

Manuel d'hydraulique à l'intention des pêcheurs

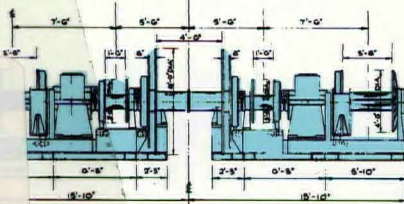
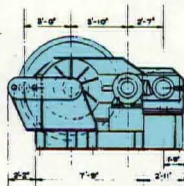
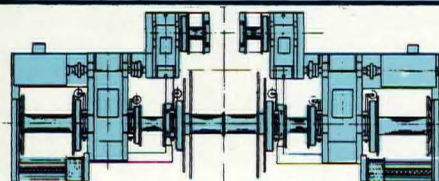
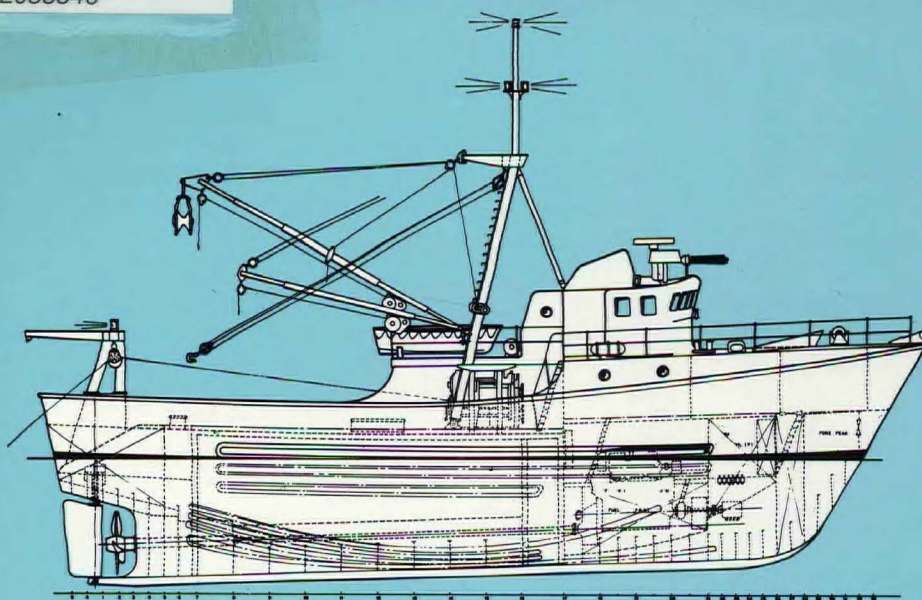
Entretien et dépannage
des transmissions hydrauliques



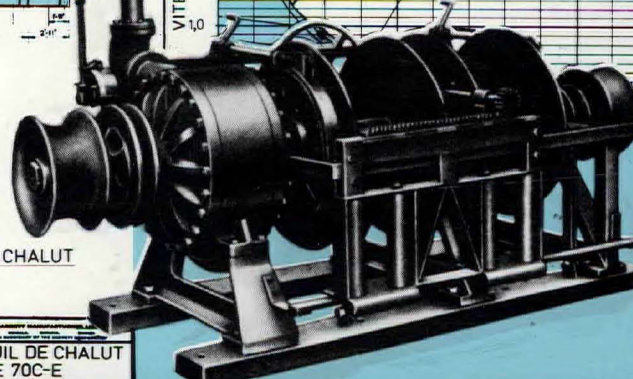
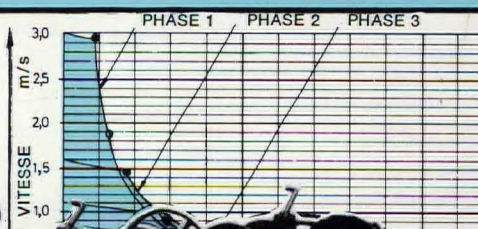
DFO - Library / MPO - Bibliothèque



12038846



TREUIL DE CHALUT



TREUIL DE CHALUT
TYPE 70C-E

OL
626
C314
NO. 37F
v.6

D

Publication diverse spéciale 37F

©Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1978

En vente par la poste à
Imprimerie et Édition
Approvisionnement et Services Canada
Ottawa, Canada K1A 0S9
ou chez votre libraire

Un exemplaire de cette publication a été déposé, pour référence,
dans les bibliothèques publiques partout au Canada

Canada : \$2.00
Autres pays : \$2.40

N° de catalogue Fs 41-31/37-6F
ISBN 0-660-90028-9
ISSN 0701-7669

Prix sujet à changement sans avis préalable
Ottawa

Imprimé au Canada
par
Imprimerie Gauvin Ltée
09KT KF801-8-0439

On devra référer comme suit à cette publication :

Ministère des Pêches et de l'Environnement, 1978, Entretien et dépannage des transmissions hydrauliques, 14 p. Dans Manuel d'hydraulique à l'intention des pêcheurs, Fish. Mar. Serv. Misc. Spec. Publ. 37F (fascicule 6).

Conception graphique de la couverture : Christine Rusk

Publié par



Pêches et Environnement
Canada

Services des pêches
et de la mer

Direction de l'information
et des publications scientifiques

Ottawa K1A 0E6

Published by

Fisheries and the Environment
Canada

Fisheries and
Marine Service

Scientific Information
and Publications Branch

PUBLICATION DIVERSE SPÉCIALE 37F

(Traduction française de la publication diverse spéciale «Hydraulics Manual for Fishermen» publiée en 1978)

QL
626
C 314
N. 37F
V. 6
D

Manuel d'hydraulique à l'intention des pêcheurs¹

Fascicule



Entretien et dépannage des transmissions hydrauliques

*Ministère des Pêches et de l'Environnement
Service des pêches et de la mer
Direction des services aux pêcheurs
Ottawa, Canada K1A 0E6*

MINISTÈRE DES PÊCHES ET DE L'ENVIRONNEMENT
SERVICE DES PÊCHES ET DE LA MER
Ottawa 1978

¹Ce manuel s'inspire d'une étude effectuée à forfait par R.J. Harding, P.Eng., Dowty Equipment of Canada Limited pour le compte de la Direction des services aux pêcheurs, Service des pêches et de la mer, ministère des Pêches et de l'Environnement.

AVIS

La mention de produits de propriété privée n'équivaut pas à un endossement ni du produit ni de la société. Est strictement défendue toute référence au ministère des Pêches et de l'Environnement (MPE) ou à la présente publication dans toute annonce publicitaire ou promotion de ventes qui pourrait indiquer ou faire croire que le MPE approuve, recommande ou endosse tout produit ou matériel de propriété privée mentionné dans cette brochure, ou qui aurait comme objet l'intention d'inciter directement ou indirectement à utiliser ou acheter le produit annoncé à cause de la présente publication du MPE.

TABLE DES MATIÈRES

AVANT-PROPOS	5
--------------	---

Entretien

1. INTRODUCTION	1
2. VÉRIFICATIONS DE RÉCEPTION DE LA TRANSMISSION	1
2.1 Vérification à l'aimant	1
2.2 Trousse de détection de contamination de l'huile	1
3. ENTRETIEN ROUTINIER ET PÉRIODIQUE	1
3.1 Entretien routinier	1
3.1.1 Vérifiez le niveau d'huile	1
3.1.1.1 Variations du niveau d'huile dans le réservoir	1
3.1.1.2 Eau dans le réservoir	2
3.1.2 Fuites d'huile	2
3.1.3 Addition d'huile au système	2
3.1.4 Température de service du système	2
3.1.5 Tuyauterie folle	2
3.1.6 Tuyaux flexibles	3
3.1.7 Pression d'avant-charge d'azote dans l'accumulateur	3
3.1.7.1 Addition d'azote	3
3.1.7.2 Purge du système	3
3.2 Entretien périodique	3
3.2.1 Purge de l'huile	3
3.2.2 Nettoyage du réservoir	4
3.2.3 Remplacement des filtres	4
3.2.3.1 Filtres à passage total	4
3.2.3.2 Crépines d'aspiration de la pompe	4
3.2.3.2.1 Nettoyage des crepines	4
3.2.3.3 Filtres à air	4
3.2.4 Remplissage du système avec de l'huile fraîche	4
3.2.4.1 Spécifications de l'huile	4
3.2.5 Refroidisseurs d'huile	5

Dépannage

4. LE DÉPANNAGE EST NÉCESSAIRE	5
5. DÉFINITION DU DÉPANNAGE	5
6. FAMILIARISEZ-VOUS AVEC LE SYSTÈME	5
6.1 Ce que fait la commande	5
6.2 Circuit hydraulique	5
6.3 Comment fonctionnent les composants hydrauliques	6
7. PANNE D'UN SYSTÈME HYDRAULIQUE	6
8. COMMENT DÉCOUVRIR LE COMPOSANT EN PANNE	6
9. RÉPARATION DU SYSTÈME	6

TABLE DES MATIÈRES (suite)

10.	CAUSE DE PANNE	6
10.1	Conditions de fonctionnement intolérables	6
10.1.1	Condition des composants non hydrauliques	6
10.1.1.1	Solénoïdes	7
10.1.1.1.1	Solénoïde à CA	7
10.1.1.1.2	Panne de solénoïde	7
10.1.2	Conditions intolérables des composants hydrauliques	7
10.1.2.1	Montage des composants	8
10.1.2.1.1	Distorsion et mauvais alignement	8
10.1.2.1.2	Matériaux de tuyauterie	8
10.1.2.2	Conditions intolérables de l'huile	8
10.1.2.2.1	Cause de conditions intolérables de l'huile	8
10.1.2.3	Choc hydraulique	9
10.1.2.3.1	Occurrence des chocs hydrauliques	9
10.2	Indices de la cause d'une panne	9
10.2.1	Des conditions de fonctionnement intolérables affectent les composants hydrauliques	10
10.2.2	Effet d'une huile contaminée sur la pompe	10
10.2.3	La pompe peut indiquer la cause de la panne	10
11.	CORRECTION DES DÉFAUTS DU SYSTÈME	11
11.1	Méthode recommandée de nettoyage et d'essai	11
12.	CONCLUSION	13
	RÉFÉRENCES	14

AVANT-PROPOS

Pour bien gagner sa vie, le pêcheur doit tirer le plus grand profit possible de ses prises. Il n'a à peu près pas de contrôle sur le nombre de poissons à sa disposition non plus que sur la demande pour son produit; son métier est de capturer le poisson. Pour cela, il lui faut un bon outillage, sans que ce dernier soit nécessairement le plus dispendieux. Cependant, l'équipement doit être sûr, efficace, fiable, durable et économique. La machinerie de pont aide le marin pêcheur à manipuler les filets et à transformer le poisson. Pour fonctionner, cette machinerie doit avoir une source d'énergie. Comme cette énergie doit être transmise, le générateur de force motrice et la transmission doivent être tout aussi fiables que la machinerie elle-même. On s'accorde généralement à dire que les machines et les générateurs de force motrice sont fiables mais que la transmission est le chaînon faible, surtout s'il s'agit d'une transmission hydraulique. Cette opinion est quelque peu justifiée : il y eut dans le passé beaucoup d'erreurs de commises dans le design et l'installation des transmissions hydrauliques. Cependant, la transmission hydraulique de l'énergie convient particulièrement bien au fonctionnement de la machinerie de pont. Si elles sont bien conçues et installées, les transmissions hydrauliques sont sûres et fiables au point qu'on les utilise dans les grands aéronefs. Par ailleurs, pour bien fonctionner, une transmission hydraulique doit être conçue, installée et entretenue par des personnes qui s'y connaissent.

Ce manuel comprend six fascicules séparés. On y décrit les idées, les matériaux et les méthodes qui ont permis de créer une transmission hydraulique sûre, efficace et fiable. Chaque sujet est en général traité brièvement, et quelques points ont sans doute été omis; cependant, le manuel veut aider le mécanicien à mieux comprendre l'hydraulique. Bien que s'adressant surtout à ces derniers, le manuel devrait également être utile aux concepteurs de systèmes et aux dessinateurs parce qu'il met l'accent sur l'aspect pratique. Le mécanicien doit avoir une certaine connaissance des principes sur lesquels est fondée la conception des transmissions hydrauliques, réaliser l'importance d'une grande propreté à l'intérieur du système et être au fait de la nécessité de maintenir la température à un niveau raisonnable. Il lui faut comprendre la façon dont les divers composants fonctionnent et comment procéder avec les travaux de dépannage et de réparation. Le mécanicien en charge des systèmes hydrauliques doit avoir des connaissances et des aptitudes spéciales, et ce manuel lui fournira une partie de ces connaissances. Il acquerra une compétence technique en appliquant ces connaissances à son travail.

Direction des services aux pêcheurs
Service des pêches et de la mer
Ministère des Pêches et de l'Environnement

Entretien

1. INTRODUCTION

Tout système de transmission, qu'il soit mécanique, électrique, pneumatique ou hydraulique, a besoin d'entretien. L'entretien prévient les pannes et prolonge la vie utile de la transmission. Grâce à un entretien préventif, on diminue l'usure des composants en voyant à ce que les parties mobiles soient proprement et continuellement lubrifiées. Dans le cas d'une transmission hydraulique, l'entretien préventif maintient l'huile du système en bonne condition et le système plein d'une huile du type approprié. Un système hydraulique, pour fonctionner de façon satisfaisante, doit être en tout temps plein d'une huile propre. Pour y arriver :

- 1) Changez l'huile à intervalles réguliers.
- 2) Empêchez les fuites en vérifiant régulièrement toutes les conduites rigides et flexibles, vous assurant qu'elles sont correctement bridées et supportées.
- 3) Réparez les fuites immédiatement sans causer de dommages aux composants et empêchant toute contamination de pénétrer dans le système.
- 4) Faites l'appoint en huile propre du type spécifié pour le réservoir, afin d'empêcher l'aération et le surchauffage de l'huile.
- 5) Assurez-vous que les accumulateurs du système sont adéquatement chargés de gaz d'azote.

2. VÉRIFICATIONS DE RÉCEPTION DE LA TRANSMISSION

La transmission hydraulique est la responsabilité de l'armateur et l'équipage doit maintenir le système en bon état de service. Avant de l'accepter, l'armateur doit être sûr que l'outillage est bien construit. Normalement, des essais sont effectués et la transmission doit donner un rendement qui satisfait l'acheteur avant que ce dernier l'accepte. Cependant, l'acheteur doit également être sûr que l'intérieur de la transmission est propre, car la propreté signifie un fonctionnement sûr. Comme précaution supplémentaire, vérifiez le réservoir après les essais de rendement et assurez-vous qu'il n'y a pas contamination.

2.1 Vérification à l'aimant

La vérification à l'aimant indiquera si la propreté du système est acceptable :

- 1) Fixez un aimant à l'extrémité d'une tige de longueur convenable et enveloppez-le de gaze chirurgicale.
- 2) Enlevez le couvercle du réservoir ou, si la chose n'est pas pratique, le bouchon de remplissage d'huile.
- 3) Insérez l'aimant dans le réservoir et promenez-le au hasard sur le fond et dans chaque coin.

4) Enlevez l'aimant et examinez-le afin d'y déceler des contaminants visibles. S'il y a plus d'une ou de deux particules solides, videz le réservoir et nettoyez-le à fond.

2.2 Trousse de détection de contamination de l'huile

Il existe un outillage portatif permettant de détecter la présence de contaminants solides dans l'huile hydraulique. Une trousse d'essai, manufacturée par Tyrone Hydraulics, Corinth, Miss., É.-U., donne une indication précise, facile à lire, de la contamination de l'huile.

3. ENTRETIEN ROUTINIER ET PÉRIODIQUE

Un outillage à fonctionnement sûr nécessite un entretien préventif qui peut être soit routinier, soit périodique. L'entretien routinier est l'équivalent des vérifications mineures que font les pompistes à une station-service. L'entretien périodique est l'équivalent du travail effectué à cette même station-service quand on change l'huile de l'automobile.

3.1 Entretien routinier

Il s'agit d'un processus d'inspection et, à mesure que le mécanicien corrige les défauts mineurs, il développe chez soi le sens du fonctionnement du système. En peu de temps, un mécanicien intéressé à l'outillage dont il a la responsabilité reconnaît les bruits, la température et l'odeur de la machine en marche. Grâce à cette connaissance, il pourra déceler un trouble imminent et faire des réparations avant que le problème devienne sérieux. Le système ne devrait pas nécessiter de réparations avant un certain temps.

3.1.1 Vérifiez le niveau d'huile Vérifiez le niveau d'huile chaque fois que le système hydraulique est mis en marche. L'huile s'échappe du système seulement par des fuites externes. Une vérification régulière du niveau d'huile, qui devrait être environ à mi-chemin entre la marque supérieure et la marque inférieure sur l'indicateur du réservoir, indiquera s'il y a fuite d'huile. Ne laissez jamais le niveau d'huile baisser au-dessous de la marque inférieure de l'indicateur. Si le niveau d'huile dans le réservoir est bas, l'air a plus de chance d'être aspiré dans l'orifice d'admission de la pompe, ce qui peut causer des dommages sérieux à la pompe.

3.1.1.1 Variations du niveau d'huile dans le réservoir Le niveau d'huile dans le réservoir peut changer de façon significative dans les systèmes hydrauliques comprenant des cylindres et des accumulateurs de grande taille. Quand une tige de cylindre sort,

la quantité d'huile qui retourne de l'extrémité de tige est moindre que celle qui est pompée dans l'extrémité de calotte du cylindre, et le niveau d'huile dans le réservoir baissera nécessairement. Réciproquement, quand la tige se rétracte, le niveau d'huile dans le réservoir s'élève de nouveau. Un accumulateur emmagasine l'huile en provenance du réservoir et, à mesure que l'huile pénètre dans l'accumulateur, le niveau d'huile dans le réservoir baisse. Il s'élève de nouveau quand l'accumulateur décharge de son huile. S'il y a des cylindres et des accumulateurs dans le circuit, vérifiez le niveau d'huile du réservoir quand les tiges de cylindres sont entièrement rétractées et que les accumulateurs sont complètement déchargés. Vérifiez de nouveau quand les tiges de cylindres sont complètement sorties et que les accumulateurs sont entièrement chargés, et assurez-vous que le niveau d'huile est encore au-dessus de la marque inférieure sur l'indicateur.

3.1.1.2 Eau dans le réservoir L'eau pénètre dans le réservoir par une fuite eau-vers-huile dans un refroidisseur du type à enveloppe et tubes, d'une part, et par condensation de la vapeur d'eau provenant de l'air humide dans le réservoir, d'autre part. Une fuite dans le refroidisseur d'huile cause une élévation immédiate du niveau d'huile dans le réservoir. La condensation élève le niveau beaucoup plus lentement. S'il y a beaucoup d'eau dans le système, l'huile a une apparence laiteuse et ses qualités lubrifiantes sont grandement réduites. Donc, si l'huile prend une apparence laiteuse, videz complètement le système et rincez immédiatement avec de l'huile fraîche. Voir fascicule 5, section 12.2 pour méthode de vidange.

L'eau qui pénètre dans le réservoir lentement (probablement condensation) descend au fond du réservoir, étant plus lourde que l'huile, et est facilement détectée en prélevant de temps en temps dans un bocal de verre un petit échantillon d'huile du fond du réservoir. On verra alors clairement au fond de l'échantillon d'huile toute quantité significative d'eau qui pourrait s'y trouver. On devra purger le réservoir de l'eau ainsi formée.

3.1.2 Fuites d'huile Un système hydraulique en service subit des chocs et des vibrations à l'intérieur du système ainsi que des vibrations de source extérieure pouvant entraîner des fuites d'huile. Ces fuites se produisent le plus fréquemment aux raccords de la tuyauterie, mais les joints dans les boîtiers des composants peuvent faire défaut. De même, les joints d'étanchéité sur les arbres de pompe et de moteur, les tiges de cylindre et les poussoirs de soupapes peuvent se détériorer et éventuellement couler. Ayez l'œil au guet afin de détecter les fuites d'huile qui pourraient survenir en aucun point du système et réparez-les aussitôt que possible. Les fuites d'huile présentent un

danger pour l'individu et l'huile ainsi perdue est dispendieuse et peu commode à remplacer.

3.1.3 Addition d'huile au système Quand il s'agit d'ajouter de l'huile au système, observez les règles suivantes :

1) Assurez-vous que l'huile est du même type que celle déjà présente dans le système. Il est possible qu'une huile différente n'ait pas les additifs requis, ne se mélange pas à l'huile originelle, ce qui causerait rapidement des troubles sérieux (probablement une panne de la pompe).

2) Ajoutez toujours de l'huile fraîche et propre. N'ajoutez pas d'huile usagée et n'ajoutez jamais d'huile récupérée des fuites dans le système car, pour un fonctionnement sûr, le système hydraulique dépend d'une huile propre et non contaminée. Une huile usagée est sale et peut avoir perdu de ses qualités lubrifiantes. Même les poussières atmosphériques accélèrent l'usure dans des composants hydrauliques soumis à de hautes pressions. L'eau présente dans l'huile diminue ses qualités lubrifiantes et cause la rouille et l'usure à l'intérieur des composants.

3) Nettoyez à fond les récipients utilisés dans le transport de l'huile au réservoir. Nettoyez le dessus du bidon d'huile avant de l'ouvrir. Si vous utilisez un seau ou un entonnoir, nettoyez-les bien avec de l'huile à moteur diesel ou autre solvant convenable et asséchez avec des torchons propres et libres de charpie. La meilleure méthode consiste à pomper l'huile du bidon d'emmagasinage dans le réservoir à travers un filtre à huile de 10 microns à passage total. On peut facilement assembler et entreposer une simple pompe de transfert, un boyau et un filtre dont on se servira au besoin pour ajouter de l'huile au système.

4) Remplacez le bouchon de remplissage du réservoir.

5) Serrez fermement le bouchon du bidon d'huile et placez à l'abri de l'eau et des saletés.

3.1.4 Température de service du système Les transmissions hydrauliques sont conçues pour fonctionner à une température d'huile du réservoir de 40 à 55°C (100–130°F). Les autres composants, tels que la pompe et les soupapes de réglage, fonctionnent ordinairement à des températures légèrement supérieures (approximativement de 5 à 10°C (10–20°F) plus élevées). Le réservoir d'huile devrait être muni d'un thermomètre à cadran de bonne qualité. Vérifiez régulièrement la température de l'huile du réservoir et notez la valeur normale. Toute élévation importante de température (disons 10°C (20°F)) peut être un signe de trouble dans le système.

3.1.5 Tuyauterie folle En vue de prévenir les fuites, protégez les raccords de la tuyauterie contre les chocs, la vibration et tout mouvement inutile en supportant de façon adéquate les matériaux de la tuyauterie. Fixez

fermement les tuyaux d'acier et les conduites tubulaires hydrauliques à une structure de support au moyen de brides garnies de caoutchouc (ou matériau semblable). De telles brides atténuent le bruit transmis par la tuyauterie. Il faudra souvent utiliser des brides pour séparer les tuyaux flexibles des autres parties et éliminer les mouvements indésirables. Si ces brides se relâchent en service, elles perdent leur efficacité et on devrait les resserrer immédiatement.

3.1.6 Tuyaux flexibles En plus des fuites qui peuvent surgir entre les conduites tubulaires hydrauliques et leurs raccords d'extrémité (souvent manifestées par une enveloppe mouillée), surveillez l'enveloppe de ces tuyaux pour y détecter des signes d'abrasion. Tous les tuyaux flexibles se meuvent par suite des changements de pression et de la vibration, et, s'ils ne sont pas adéquatement retenus, peuvent frotter contre d'autre outillage. L'enveloppe extérieure s'use et le fil métallique exposé rouille et s'affaiblit rapidement. En outre, une bride de tuyau flexible lâche cause de l'abrasion; assurez-vous donc que les tuyaux flexibles sont bien bridés. Un tuyau flexible s'affaiblit quand on le plie en un rayon trop petit. La catalogue du manufacturier de tuyaux flexibles spécifie le rayon de courbure admissible minimal (ayez toujours un catalogue à portée de la main). Remplacez aussitôt que possible tout assemblage de tuyaux flexibles qui montre des signes de détérioration. Voir fascicule 5, section 10.5 pour méthode d'installation des tuyaux flexibles.

3.1.7 Pression d'avant-charge d'azote dans l'accumulateur Si un système hydraulique contient un accumulateur, vérifiez occasionnellement la pression d'avant-charge d'azote dans l'ordre suivant :

1) Assurez-vous que la pompe n'est pas en marche et voyez à ce que le générateur de force motrice ne démarre pas.

2) Enlevez complètement l'huile de l'accumulateur. Le circuit devrait être muni d'un robinet et d'une conduite de purge, de façon que la pression d'avant-charge puisse être facilement vérifiée. S'il n'y a pas de robinet ni de conduite, manœuvrez la soupape de réglage de la direction de la commande jusqu'à ce que l'accumulateur soit vide. La commande sera en mouvement pendant cette opération : assurez-vous donc que ce mouvement ne causera aucun trouble.

3) Installez un manomètre à échelle d'environ 1½ fois la pression d'avant-charge sur la soupape à gaz de l'accumulateur. Ouvrez la soupape de remplissage de gaz et lisez la pression indiquée. Au moment de la lecture de la pression, la température de l'accumulateur devrait être à peu près la même que la température de régime normal du système.

4) Si la pression est acceptable, fermez bien la soupape de remplissage de gaz et enlevez le manomètre.

3.1.7.1 Addition d'azote Si la pression d'avant-charge est basse (le concepteur du système devrait indiquer les limites supérieure et inférieure de pression d'avant-charge), ajoutez de l'azote selon la procédure indiquée dans le fascicule 5, section 7.3.

3.1.7.2 Purge du système Si la pression d'avant-charge d'azote est basse, c'est qu'il y a fuite de gaz, soit dans l'atmosphère par la soupape de remplissage de gaz, soit dans le réseau d'huile. Le gaz qui pénètre dans l'huile s'accumule aux points élevés de la tuyauterie et il faut purger le système. Une fois l'accumulateur rechargé à la bonne pression d'avant-charge de gaz, mettez le système hydraulique en marche et remplissez l'accumulateur d'huile. Ouvrez avec précaution les robinets de purge d'air aux points élevés du système, de façon que tout gaz ou huile mélangée de gaz puisse s'échapper. Exercez beaucoup de prudence en ouvrant des robinets de purge d'air dans un système d'accumulateur car, si ces robinets sont complètement dévissés, l'huile s'échappera de l'orifice et on ne pourra contenir l'écoulement tant que l'accumulateur ne sera pas vide. Le gaz qui s'est introduit dans l'huile doit avoir traversé le piston ou la vessie de caoutchouc de l'accumulateur et il faudra vérifier ces composants aussitôt que possible.

3.2 Entretien périodique

Quel que soit le soin apporté à la construction et au fonctionnement d'un système hydraulique, l'huile se contamine graduellement à l'usage. Cela signifie qu'elle perd graduellement ses qualités lubrifiantes et doit être périodiquement remplacée. Cette opération fournit une occasion de nettoyer le système. La fréquence des changements d'huile dépend surtout de la charge imposée au système et de la fréquence à laquelle il est utilisé. La condition de l'huile ne peut être testée qu'en laboratoire. Les compagnies pétrolières fournissent ce service, mais on se contente ordinairement de suivre les recommandations du fournisseur de transmissions. Pour ce qui est de la machinerie d'un bateau de pêche, un changement d'huile et un nettoyage du système une fois par an sont raisonnables. Cependant, à cause de son coût, on ne veut pas changer l'huile plus souvent que requis et il se peut qu'un opérateur ne fasse cet entretien que sur recommandation d'un laboratoire.

3.2.1 Purge de l'huile En premier lieu, videz tout accumulateur qui se trouve dans le circuit. Ensuite, enlevez autant d'huile que possible du réservoir, de la tuyauterie et des commandes. La purge du réservoir devrait être simple, mais si ce dernier n'est pas placé plus haut que le pont, l'huile doit être pompée avec une pompe de balayage séparée. Desserrez les raccords aux points bas de la tuyauterie afin d'enlever le plus d'huile possible. Comme les cylindres sont parfois difficiles à purger, voir procédure à la section 11.1. Une fois

chaque section du système purgée, raccordez immédiatement la tuyauterie de façon à empêcher les saletés et l'humidité de pénétrer. Vérifiez et remplacez les conduites endommagées, selon les instructions d'installation données dans le fascicule 5, section 10.

3.2.2 Nettoyage du réservoir Nettoyez le réservoir chaque fois que vous remplacez l'huile :

1) Quand le réservoir est vide, enlevez le panneau de nettoyage, les crépines d'aspiration, les aimants et le diffuseur. Maintenez en bonne condition le joint d'étanchéité du couvercle.

2) Inspectez l'intérieur du réservoir et des composants qui ont été enlevés. (Le cambouis est le seul contaminant admissible.) Il ne devrait y avoir aucun métal ou autre contaminant abrasif. Des particules d'acier, d'aluminium ou de bronze indiquent qu'un ou plusieurs composants sont fort usés, et il faudra en trouver la cause et corriger. S'il ne semble pas y avoir de trouble, nettoyez à fond l'intérieur du réservoir et asséchez avec des torchons propres, libres de charpie et de préférence blancs.

3) Quand le réservoir est propre, remettez en place les composants internes nettoyés (les filets de tuyaux dans le réservoir n'ont pas besoin de composé anti-fuites).

4) Placez un joint de bonne qualité sur le panneau de nettoyage et assurez-vous qu'il n'y a pas d'espaces par lesquels l'huile pourrait sortir ou l'air entrer. L'air ne doit entrer ou sortir qu'en passant par le filtre à air monté sur le dessus du réservoir.

3.2.3 Remplacement des filtres Les filtres enlèvent continuellement tous les contaminants solides de l'huile et il y a ordinairement trois types de filtres dans un système hydraulique : (1) un filtre à huile micronique à passage total, (2) une crépine de conduite d'aspiration de la pompe et (3) un filtre à air.

3.2.3.1 Filtres à passage total Des filtres très fins à passage total débarrassent l'huile de particules microscopiques. Ces filtres sont ordinairement constitués de telle façon que toute particule plus grosse que 10 microns est enlevée. (C'est à peine si l'œil humain peut voir une particule de 40 microns.) Ces éléments filtrants très fins sont communément en papier imprégné de résine, ne sont pas nettoyables et doivent être mis au rebut après usage. Avant de le rejeter, inspectez l'élément filtrant pour voir s'il n'y a pas de particules solides. Des particules d'acier, d'aluminium et de bronze indiquent une usure importante de certains éléments travaillants. Il faudra les identifier immédiatement et les remplacer. En l'absence de signes de contamination, nettoyez la cuve du filtre et placez un nouvel élément suivant les instructions du fabricant.

3.2.3.2 Crépines d'aspiration de la pompe Ce sont des éléments filtrants en fil métallique nettoyable ordinairement placés à l'intérieur du réservoir afin de protéger la pompe contre les contaminants (plus gros que .005 po) qui pénètrent dans le réservoir.

3.2.3.2.1 Nettoyage des crépines Les crépines d'aspiration se bloquent graduellement et restreignent l'écoulement de l'huile dans la pompe. Si on ne les nettoie pas régulièrement, on risque une panne de la pompe :

1) Enlevez et nettoyez (ou renouvelez) les crépines chaque fois que vous remplacez l'huile du système.

2) Lavez la crépine à fond dans un bon solvant. Comme la plupart des solvants sont toxiques, prenez les précautions qui s'imposent.

3) Asséchez la crépine avec un jet d'air sec et propre (non de l'air humide qui n'a pas été filtré) et replacez la crépine dans le système. Si elle est installée à l'intérieur du réservoir, ne mettez pas de composé anti-fuites sur les filets de tuyaux.

4) Si la crépine ne peut être complètement nettoyée, installez un élément neuf.

3.2.3.3 Filtres à air Les saletés aéroportées peuvent endommager les composants fonctionnant à haute pression et lourdement chargés. L'air qui pénètre dans le réservoir doit donc être finement filtré. L'air ne devrait pénétrer dans le système hydraulique que par le filtre à air (reniflard), et il ne doit pas y avoir d'orifice non bouché dans le couvercle du réservoir. Le filtre à air peut être un composant séparé mais il est ordinairement intégré au bouchon de remplissage d'huile du réservoir et on appelle cette combinaison assemblage de remplissage et de respiration. La catégorie de filtre à air communément employée est de 40 microns, bien que des unités de 15 microns soient disponibles et préférables. Cependant, tout filtre a tendance à se bloquer, ce qui causera un vide dans le réservoir. Il est donc nécessaire de remplacer le composant du filtre à air quand l'huile est remplacée.

3.2.4 Remplissage du système avec de l'huile fraîche Une fois le nettoyage terminé, remplissez le système avec de l'huile fraîche non usagée en suivant les instructions générales du fascicule 5, sections 11, 13, 14 et 15. Il n'est pas nécessaire de poursuivre des épreuves de pression et d'effectuer de vidange (fascicule 5, section 12) à moins que le système n'ait été retravaillé ou réparé.

3.2.4.1 Spécifications de l'huile Utilisez le même type d'huile que l'huile originelle du système. Ce devrait être une huile hydraulique à base minérale R et O contenant un additif antiusure. Le manuel d'entretien devrait spécifier la marque exacte à utiliser.

3.2.5 Refroidisseurs d'huile Ces composants ne requièrent pas d'entretien régulier. Cependant, on installe souvent des bouchons sacrificatoires aux extrémités des refroidisseurs à enveloppe et tubes afin de ralentir le taux de corrosion des tubes. L'eau présente dans les refroidisseurs dissout graduellement les bouchons et,

éventuellement, coule sur le pont. Remplacez les bouchons usés par des bouchons de zinc solides que vous pourrez vous procurer auprès du fournisseur de refroidisseurs d'huile. N'installez pas de bouchons ordinaires de fer ou de bronze car ils diminueront sérieusement la vie du refroidisseur et du système hydraulique.

Dépannage

4. LE DÉPANNAGE EST NÉCESSAIRE

Un système, quel qu'il soit, subira éventuellement une panne et les systèmes hydrauliques ne font pas exception. La fréquence des réparations dépendra de la conception, spécification, installation, entretien et fonctionnement d'une transmission. Cette partie du fascicule 6, Dépannage, traite des troubles susceptibles de se produire dans une transmission hydraulique et offre certaines règles générales au mécanicien responsable de la découverte et de la correction du trouble.

5. DÉFINITION DU DÉPANNAGE

Le dépannage (souvent appelé entretien correctif) est un prolongement des opérations d'entretien normal (examiné à la partie Entretien du présent fascicule) et comporte quatre étapes :

- 1) Découverte du composant défectueux dans un système.
- 2) Détermination de la cause de la panne du composant.
- 3) Réparation ou remplacement du composant défectueux.
- 4) Correction de la cause de la panne du composant,

6. FAMILIARISEZ-VOUS AVEC LE SYSTÈME

Un dépanneur doit connaître le système de transmission. Un mécanicien en charge d'un moteur a une bonne compréhension des moteurs et des systèmes qui s'y rattachent. Un électricien comprend les principes de l'électricité et l'outillage électrique. Un mécanicien responsable d'une transmission hydraulique doit bien comprendre l'équipement dont il a la charge pour qu'il puisse découvrir les troubles et effectuer avec compétence les réparations.

6.1 Ce que fait la commande

Pour comprendre comment une transmission fonctionne, commencez à l'extrémité de sortie du système. Mettez l'hydraulique de côté pour le moment et essayez de comprendre comment la machinerie fonctionne. Il se peut qu'on ait à ouvrir ou à fermer une écouteille, à soulever ou à abaisser un poids, ou à rentrer ou à

tendre un engin de pêche. La machinerie est ordinairement un simple dispositif pour soulever et abaisser, ou pour pousser et tirer une charge, et la commande hydraulique est attachée à la machinerie pour permettre à cette dernière d'effectuer ces mouvements de base. Le mécanicien doit donc connaître ce qu'on attend de la commande. La commande pousse-t-elle (ou tire-t-elle) la charge, ou encore, la charge tend-elle à s'emballer? Si elle s'emballer, la commande doit agir comme frein sur la charge tout en ayant le pouvoir de lui imprimer un mouvement. La commande hydraulique a du muscle mais pas de cerveau; elle ne sait pas si la charge s'emballer ou non. Le circuit hydraulique est conçu pour tenir lieu de cerveau à la commande et, en étudiant le circuit, le mécanicien apprend la façon dont est réglé le mouvement de la commande.

6.2 Circuit hydraulique

Le circuit hydraulique ressemble à une carte : il indique la route que suit l'huile en quittant le réservoir, pour être dirigée vers la commande et retourner au réservoir. Certaines soupapes placées dans le circuit règlent la direction de l'écoulement de l'huile, d'autres limitent la pression du système et d'autres encore règlent le débit (gpm) livré à la commande. Il faut reconnaître les symboles des divers composants d'un circuit hydraulique. Ces symboles sont faciles à comprendre et sont brièvement décrits dans le fascicule 4, 1^{re} partie. Partant de la commande et suivant le circuit à rebours, le mécanicien comprendra la façon dont les soupapes règlent et dirigent l'écoulement de l'huile vers la commande. Dans les circuits qui comprennent plus d'une commande, étudiez un circuit à la fois. Un symbole de soupape est ordinairement indiqué dans l'état normal (désactionné) de la soupape. Imaginez donc que chaque soupape est en position de marche et permet le passage de l'huile. La pompe n'est présente dans le circuit que pour donner à l'écoulement de l'huile une certaine vitesse et elle engendre les pressions requises pour vaincre les charges appliquées aux commandes par la machinerie. Dans le cas des pompes à cylindrée variable, plus complexes, le débit d'huile (et parfois la direction) est réglé par la pompe plutôt que par des soupapes, mais fondamentalement toutes les pompes sont des régulateurs de débit et doivent être considérées comme tels.

6.3 Comment fonctionnent les composants hydrauliques

Il est utile de connaître les principes du fonctionnement des composants d'une transmission hydraulique, en particulier quand on essaie de trouver la cause d'un problème dans le système. Nous avons examiné dans le fascicule 2 les composants de transmissions (pompes, soupapes et commandes).

7. PANNE D'UN SYSTÈME HYDRAULIQUE

Dans bien des cas, une transmission hydraulique donne à l'avance des signes d'un trouble imminent. Il se peut toutefois qu'une panne soudaine se produise sans avertissement et que le système refuse tout simplement de fonctionner. La cause d'une panne soudaine peut être évidente et les résultats dramatiques, comme c'est le cas quand un raccord de conduite ou un composant éclate. Lorsque la cause de la panne n'est pas évidente, il faudra localiser le trouble avant de réparer la transmission et de la remettre en état de fonctionnement. Il est possible qu'une pompe, une soupape ou une commande hydrauliques soient l'objet de la panne, mais le trouble peut aussi être électrique ou en dehors du circuit hydraulique. Il faut souvent faire un travail de détective pour découvrir et corriger la panne.

8. COMMENT DÉCOUVRIR LE COMPOSANT EN PANNE

L'approche la plus logique est le processus d'élimination. Éliminez dans votre recherche toutes les parties de la transmission, la commande et les contrôles qui ne peuvent être responsables de la panne. Vérifiez les composants non hydrauliques. Assurez-vous que le générateur de force motrice fonctionne bien, que le raccord d'entraînement de la pompe n'est pas endommagé et que la machinerie se meut librement et n'est pas bloquée. Actionnez à la main les soupapes commandées à distance (ordinairement par solénoïdes) à la soupape elle-même, afin d'éliminer la possibilité de panne du système de contrôle. Une fois qu'auront été éliminées toutes les causes externes possibles de panne, vérifiez le circuit hydraulique. Commencez par chaque commande et dirigez-vous à rebours vers la pompe pour déterminer si une partie ou la totalité du circuit ne fonctionnent pas. Si le problème n'affecte qu'une partie du système, limitez vos recherches aux composants qui agissent sur le débit d'huile dans cette région. De même, si tout le circuit est affecté, ou soupçonnera la pompe et les autres composants qui desservent tout le système. Un travail méthodique permettra d'identifier le trouble le plus rapidement possible.

9. RÉPARATION DU SYSTÈME

La machinerie devrait être réparée aussi rapidement que possible, en prenant toutes les précautions nécessaires. Il faudra réparer le circuit hydraulique sans introduire de contamination supplémentaire. Le mécanicien doit découvrir la cause de la panne et, autant que possible, remettre à neuf la transmission. Si l'on ne fait que remplacer la partie défectueuse, le problème pourra se présenter de nouveau. Il se peut qu'il y ait dans le système des conditions qui endommagent les composants. Ces conditions doivent être corrigées pour que la transmission fonctionne sûrement. Par exemple, un coussinet de tige de cylindre peut faire défaut, empêchant le joint d'étanchéité de jouer son rôle, ce qui entraînera une fuite d'huile. Le fait de remplacer le coussinet et le joint de tige empêche les fuites pendant quelque temps. Si par ailleurs le coussinet a fait défaut à cause d'un mauvais alignement de la tige de cylindre avec le mouvement de la charge, il faudra corriger ce défaut, sinon la tige sera soumise aux mêmes charges transversales dommageables. Le nouveau coussinet fera bientôt défaut et la fuite réapparaîtra.

10. CAUSE DE PANNE

Un trouble de transmission ne provient généralement pas d'une défectuosité d'un composant. Il y a souvent une cause plus fondamentale et le composant qui fait défaut cesse de fonctionner simplement parce qu'il est le composant le plus affecté par quelque condition intolérable. La découverte de la cause réelle de trouble dans un système est une partie importante du dépannage. Il est nécessaire de :

- 1) Comprendre les conditions que chaque composant de transmission ne peut tolérer.
- 2) Découvrir si l'une ou l'autre de ces conditions existent dans le système.
- 3) Déduire, par élimination, la cause la plus probable de la panne.
- 4) Corriger le défaut en suivant les instructions d'installation décrites dans le fascicule 5.

10.1 Conditions de fonctionnement intolérables

La transmission hydraulique n'est qu'une partie du système qui transmet l'énergie engendrée par le générateur de force motrice et utilisée par la machinerie. Les conditions de fonctionnement, non seulement le système hydraulique et ses composants, peuvent causer une panne dans n'importe quelle partie du système.

10.1.1 Condition des composants non hydrauliques

Les parties non hydrauliques d'un système de transmission hydraulique sont le générateur de force motrice,

la machinerie entraînée par cette force et les éléments de contrôle non hydrauliques tels que les dispositifs mécaniques, électriques et pneumatiques. Chacune de ces importantes parties d'un système de transmission est sujette à une panne. Par exemple, le générateur de force motrice peut refuser de démarrer, ou la machinerie peut se briser. Dans le système de contrôle, les raccords mécaniques peuvent se briser et les éléments pneumatiques et électriques peuvent aussi faire défaut. La partie hydraulique de la transmission dépend du bon fonctionnement de ces services externes et si ces derniers font défaut, tout le système fait défaut. Quand le système hydraulique ne fonctionne pas convenablement, assurez-vous que tous ces services externes sont en bon état. Il se peut que vous ayez à faire appel à d'autres artisans.

10.1.1.1 Solénoïdes On emploie communément des solénoïdes électriques pour actionner des soupapes de réglage de la direction : la soupape peut passer d'une position d'opération à l'autre grâce à un solénoïde et être commandée à distance d'une position quelconque dans le navire. Les soupapes hydrauliques de bonne qualité utilisent des solénoïdes de grade industriel et de construction solide. Si elles sont convenablement utilisées et protégées contre des conditions de fonctionnement intolérables, ces soupapes ne causeront pas de trouble.

On peut se procurer des solénoïdes à courant alternatif (CA) et à courant continu (CC) pour actionner les soupapes de réglage de la direction. Les solénoïdes à CC n'agissent pas aussi rapidement que les solénoïdes à CA et sont moins sujets aux courts-circuits. Mais comme il n'y a pas toujours de CC disponible, les solénoïdes à CA sont plus populaires.

10.1.1.1.1 Solénoïde à CA Quand la bobine d'induction d'un solénoïde à CA n'est pas actionnée, le poussoir (pièce mobile qui fait glisser la bobine de la soupape) est maintenu à distance du cadre de fer du solénoïde. Au moment où l'on applique le pouvoir, un courant de haute intensité passe dans la bobine, le poussoir est fortement attiré vers le cadre du solénoïde et pousse rapidement la bobine de la soupape en une nouvelle position. À mesure que le poussoir s'approche du cadre, le courant dans la bobine d'induction diminue, de sorte que, quand le poussoir atteint la fin de sa course et se presse contre le cadre, le courant dans la bobine d'induction a atteint un très bas niveau d'intensité et ne causera pas de problème de surchauffage. Le solénoïde peut supporter de façon continue des températures supérieures à celle du point d'ébullition de l'eau. S'il est constamment actionné, il fonctionnera à une température qui semblera très chaude au toucher mais ne présentera pas de danger de panne.

10.1.1.1.2 Panne de solénoïde La bobine d'induction est l'élément de l'assemblage du solénoïde qui est le plus susceptible de faire défaut. Il y aura panne si le solénoïde est soumis à (1) un courant excessivement élevé (ceci brûle la bobine), (2) des ondes de surtension (ceci endommage l'isolation et cause des courts-circuits), (3) des liquides (ceci endommage aussi l'isolation et cause des courts-circuits), ou (4) une température ambiante élevée (qui endommage aussi l'isolation).

1) Les trois principales raisons de courts-circuits dans la bobine résultant de *courants excessivement élevés* sont les suivantes : (a) Quand le poussoir ne peut se coller contre le cadre de fer du solénoïde, le courant continue d'arriver à haute intensité au lieu de diminuer, ce qui élève rapidement la température et cause un court-circuit en 2 ou 3 min. Ceci est probablement dû, dans une soupape à double solénoïde, au fait que le circuit électrique actionne les deux solénoïdes pratiquement en même temps et que le dernier solénoïde à être actionné brûle. Il est important de voir à ce que cela ne se produise pas, tant dans des conditions normales qu'anormales dans le circuit électrique. Ce type de panne peut aussi résulter d'un faible voltage; dans ce cas, le solénoïde n'a pas la force suffisante pour faire glisser le poussoir. Le haut courant persiste donc jusqu'à ce qu'il y ait court-circuit. De plus, une huile contaminée peut faire coller la soupape et empêcher le poussoir du solénoïde de se presser contre le cadre, causant le même type de panne. (b) Un haut voltage cause un courant de maintien excessif (le courant qui passe dans le circuit quand le solénoïde est fermé) et peut causer un court-circuit de la bobine. (c) Si un solénoïde fonctionne avec un courant de fréquence autre que celle pour laquelle il a été conçu, il pourra y avoir du trouble. Une bobine de 60 Hertz (Hz) fonctionnant à 50 Hz tend à surchauffer. Une bobine de 50 Hz fonctionnant à 60 Hz engendre une force insuffisante et sera incapable de faire glisser la soupape. Dans les deux cas, un court-circuit de la bobine est fort possible.

2) Les *ondes de surtension* (transitoires) engendrées dans le système électrique peuvent être suffisamment intenses pour détruire l'isolation et causer un court-circuit dans la bobine.

3) L'isolation de la bobine d'induction peut être incapable de supporter l'*immersion dans l'eau*, et pourra s'adoucir et se briser une fois mouillée.

4) Une soupape à solénoïde située en un endroit où les *températures ambiantes* sont élevées a plus de chance de surchauffer et de subir un court-circuit de la bobine.

10.1.2 Conditions intolérables des composants hydrauliques Il y a trois conditions générales que les composants hydrauliques ne peuvent tolérer. La pre-

mière est purement mécanique, un mauvais montage des composants. Les deuxième et troisième conditions sont une huile contaminée dans le système et un choc hydraulique.

10.1.2.1 Montage des composants Il est important d'éviter, lors du montage, toute distorsion des boîtiers des éléments hydrauliques travaillants (pompes, accumulateurs, soupapes et commandes). Les arbres d'entraînement des pompes et des moteurs doivent être alignés avec précision avec l'outillage auquel ils sont reliés. Un cylindre hydraulique doit être aligné avec précision avec le mouvement de sa charge afin d'éliminer les charges transversales et la courbure de la tige. Nous avons examiné dans le fascicule 5 les règles d'un bon montage.

10.1.2.1.1 Distorsion et mauvais alignement Avec le temps, il peut y avoir déviation des montages et desserrage des boulons. Les composants peuvent également être endommagés à la suite d'accidents indépendants de l'hydraulique. Les boîtiers et l'alignement d'un composant peuvent être faussés par tout mouvement ou dommage externe. Des boîtiers et un alignement faussés accroissent la friction entre les éléments glissants à l'intérieur du composant, ce qui accélère l'usure et favorise les fuites, tant internes qu'externes. Éventuellement, les fuites deviennent intolérables et empêchent le composant de fonctionner. En outre, le composant pourra gripper ou se briser. Le composant fera défaut, alors que les conditions de fonctionnement intolérables auxquelles il est soumis seront la cause de la panne.

10.1.2.1.2 Matériaux de tuyauterie Les conduites hydrauliques rigides et flexibles doivent être adéquatement supportées et bridées afin de prévenir tout mouvement inutile et d'empêcher que les vibrations soient transmises aux raccords de la tuyauterie. Nous avons donné dans le fascicule 5 les règles d'une bonne installation des matériaux de tuyauterie. Les conditions d'opération et les accidents peuvent endommager une tuyauterie proprement installée. Si des tuyaux d'acier et des tuyaux flexibles mal bridés plient en service, les raccords faiblissent et il se produit des fuites. Il faut que le mouvement toléré pour les tuyaux flexibles soit contrôlé avec soin. L'enveloppe extérieure d'un tuyau flexible mal supporté et mal bridé s'use si elle frotte contre d'autres composants. Un tuyau flexible peut être courbé en un rayon trop petit ou accuser des flexions et des arcs trop prononcés. Toutes ces conditions forcent trop le tuyau flexible et imposent aux raccords des contraintes supplémentaires et inadmissibles, ce qui peut causer des fuites. Comme résultat, la tuyauterie fait défaut, non pas parce qu'elle ne convient pas, mais parce qu'il lui faut travailler dans des conditions intolérables.

10.1.2.2 Conditions intolérables de l'huile

L'huile renfermée dans un système de transmission hydraulique doit être propre, avoir la viscosité convenable et contenir les additifs voulus. Elle doit être dépourvue de bulles d'air ou de gaz, ou d'eau. Au moment de son installation, on a vu à ce que la transmission ne contienne pas de contaminants solides ou d'eau et qu'elle soit remplie d'une huile fraîche, propre et filtrée. Toutes les poches d'air emprisonnées dans le système auraient dû être enlevées. Ces précautions sont nécessaires pour s'assurer que le système est rempli d'une huile qui, non seulement peut fonctionner aux pressions et températures de régime normal, mais aussi fournir aux composants la meilleure lubrification possible. Les contaminants solides, liquides et gazeux réduisent les propriétés lubrifiantes de l'huile et accélèrent l'usure des composants, ce qui a pour effet d'élargir les jeux entre les parties mobiles et, par voie de conséquence, de produire des fuites excessives ou le grippage. Le composant fait défaut à cause d'une huile inadéquate.

10.1.2.2.1 Cause de conditions intolérables de l'huile Une huile qui était propre lorsque introduite dans la transmission se détériore rapidement pour plusieurs raisons (examinées dans le fascicule 3). Même dans un système dont l'ingénierie et l'installation sont bonnes, il est peu probable que la lubrification des composants soit parfaite dans toutes les conditions, et il se produira de l'usure. Des particules contaminantes sont captées dans le filtre du circuit, ce qui les empêche de causer davantage de dommage, mais l'huile passe continuellement à travers les filtres à des températures supérieures à 38°C (100°F) et les fines particules métalliques emprisonnées dans le filtre réagissent lentement avec l'huile pour former du cambouis et du vernis. Si ces contaminants deviennent suffisamment concentrés, ils peuvent bloquer les jeux et nuire à la lubrification, faire coller les soupapes et boucher les orifices de réglage des composants. L'eau diminue sérieusement les qualités lubrifiantes de l'huile et réagit avec elle pour former des acides qui rongent les composants et il en résulte encore plus de contaminants solides. Les bulles d'air nuisent, elles aussi, à la lubrification dans un système et affectent la qualité de l'huile. Dans les systèmes hydrauliques dans lesquels ces conditions destructives sont maîtrisées, l'huile se détériore lentement. Par contre, si l'une ou l'autre de ces conditions n'est pas contrôlée, l'huile se détériore beaucoup plus rapidement. Les pertes par frottement sont alors beaucoup plus grandes, la température de l'huile s'élève, les composants s'usent plus rapidement et la contamination du système augmente. On en arrive rapidement au point où les composants ne peuvent tolérer davantage de contaminants dans l'huile. Il s'est établi une condition de fonctionnement intolérable et

le composant le plus affecté est le premier à faire défaut.

L'endroit le plus évident où l'air peut pénétrer dans l'huile est le réservoir. Ce dernier est en fait le seul endroit dans le système où l'huile est en contact direct avec l'air. Cependant, si le réservoir est conçu et installé de façon à prévenir la turbulence de l'huile et si l'on y maintient le niveau d'huile exact, l'air n'est pas absorbé. L'air peut être aspiré dans l'huile à tout point où existe un vide, et cela se produit souvent à l'orifice d'admission (aspiration) de la pompe. Proprement installée, la conduite sera courte, droite et à gros diamètre interne, de façon à minimiser la condition de vide. L'air aspiré dans l'huile fait mousser l'huile et peut la faire bouillonner hors du filtre à air du réservoir. Quand il y a vide dans l'orifice d'admission de la pompe, l'air peut être aspiré par un joint d'arbre de pompe défectueux. L'autre endroit susceptible d'accuser un vide est l'orifice d'admission d'une commande contrôlant une charge qui s'emballe. La commande agit comme pompe et si la charge entraîne la pompe trop vite (probablement à cause d'un mauvais ajustement du système d'équilibrage), l'air peut être aspiré par le joint de l'arbre de la commande. Cette condition se rencontrera surtout dans les commandes de cylindre. Une commande de moteur est ordinairement munie d'un drain de boîtier externe qui diminue, sans toutefois éliminer, la possibilité que l'air pénètre dans le système.

Un moteur unidirectionnel est à purge interne mais n'est pas normalement utilisé dans des circuits de charges qui se déplacent trop vite, parce que le boîtier et le joint d'arbre du moteur seraient pressurisés lorsqu'il y aurait emballement.

Des quantités dommageables d'eau seront plus susceptibles de pénétrer dans l'huile par une fuite qui s'est produite dans le refroidisseur d'huile à enveloppe et tubes (s'il y en a un d'installé), mais peuvent également entrer sous forme d'eau aéroportée (humidité) ou à la suite d'un accident. L'eau tend à donner une apparence laiteuse à l'huile, et il faudra purger l'huile immédiatement si l'on découvre cette condition.

10.1.2.3 Choc hydraulique Un système hydraulique est conçu pour fonctionner à une pression maximale raisonnable, ordinairement réglée par le point de réglage de la soupape de sûreté. Il peut se produire des chocs hydrauliques qui causeront de soudaines pointes de pression pouvant être de plusieurs fois supérieures à la pression maximale anticipée. Ces pressions de choc se produisent et disparaissent tellement rapidement qu'elles ne peuvent être lues sur un manomètre régulier. Elles sont l'équivalent d'un marteau d'eau. Quand des chocs hydrauliques se produisent, les composants subissent une pression qui dépasse de beaucoup la pression nominale, sont soumis à une

condition d'opération intolérable et ont rapidement une fuite ou peuvent éclater.

10.1.2.3.1 Occurrence des chocs hydrauliques

Les chocs hydrauliques sont plus susceptibles de se produire dans les systèmes conçus pour emmagasiner une grande quantité d'énergie — dans les accumulateurs par exemple. Les accumulateurs emmagasinent l'énergie dans l'huile sous une charge de pression de gaz d'azote. Également sujets à un choc hydraulique sont les circuits à long parcours, en particulier s'il y a des poches d'air emprisonnées, et les circuits renfermant beaucoup de tuyaux flexibles, car ils ont tous tendance à emprisonner de l'air. Sous l'effet de la pression, un tuyau flexible se dilate et agit comme un ressort sur l'huile. Dans l'une ou l'autre de ces conditions, si une soupape de réglage est ouverte ou fermée rapidement, une onde de pression voyage à la vitesse du son dans l'huile. Quand cette onde se réfléchit à l'extrémité de la conduite, le choc élève la pression à un très haut niveau, créant une condition que les composants peuvent être incapables de supporter. Les soupapes de réglage de la direction actionnées directement par solénoïdes à CA agissent rapidement, leur vitesse ne peut être réduite et ceci cause souvent un choc hydraulique. On peut mieux régler la vitesse de déplacement en ayant des soupapes à solénoïdes à asservissement. On obtient cependant un meilleur contrôle avec une soupape à commande à main, bien que cette dernière, si elle est manipulée violemment, puisse causer quand même des pressions de choc dommageables dans le système. Il est difficile de contrôler un choc hydraulique. La meilleure manière est de réduire la vitesse à laquelle une soupape directionnelle se déplace. Ou encore, on pourra utiliser des accumulateurs pour absorber le choc, mais il faudra être prudent car les accumulateurs peuvent, eux aussi, être une source de chocs hydrauliques. Le fournisseur du système hydraulique vous conseillera sur la meilleure façon de résoudre les problèmes de chocs hydrauliques.

10.2 Indices de la cause d'une panne

Pour découvrir la cause d'une panne, commencez d'abord par le composant qui a fait défaut. Il se peut qu'on trouve rapidement le trouble en démontant le composant. Un défaut du système hydraulique facilement corrigé pourrait être un orifice de soupape de réglage bouché par un petit morceau de ruban Teflon®, ou un copeau de caoutchouc provenant d'un tuyau flexible mal assemblé. Cela fait ouvrir à basse pression une soupape de sûreté à asservissement et fermer complètement un réducteur de pression à asservissement. Ces contaminants mous mais solides n'endommageront probablement pas sérieusement les composants. Une fois qu'on les aura enlevés, le composant pourra être réassemblé soigneusement et le système remis en ser-

vice. Si au cours du démontage vous trouvez des particules grosses ou nombreuses, déterminez si elles sont une partie du composant défectueux ou si elles proviennent d'un autre composant situé en amont dans le circuit. Si la contamination provient d'un autre endroit, inspectez le système à rebours de la direction de l'écoulement d'huile, examinant chaque composant, jusqu'à ce que vous ayez découvert la source de contamination. Il est peu probable que la source de contamination soit la cause réelle du trouble, et il sera nécessaire de poursuivre vos recherches afin de trouver la raison pour laquelle les contaminants solides ont été produits.

10.2.1 Des conditions de fonctionnement intolérables affectent les composants hydrauliques Les problèmes mécaniques (distorsion et mauvais alignement) résultant du montage des composants affectent tous les composants également. Les chocs hydrauliques peuvent aussi endommager un composant, quel qu'il soit. Tous les composants sont sensibles aux effets d'une huile contaminée et peuvent faire défaut. Cependant, la pompe est le composant soumis à la plus lourde charge de tout le système. Elle est donc plus sensible que les soupapes et les commandes aux effets combinés de la contamination et elle sera probablement la première à subir une panne. Si la pompe s'use rapidement, le circuit hydraulique entier pourra devenir contaminé par des particules métalliques abrasives.

10.2.2 Effet d'une huile contaminée sur la pompe Les trois types de contaminants de l'huile hydraulique sont des solides, des liquides et des gaz. La contamination par solides ne peut être tolérée par aucun composant transmettant l'énergie (pompes, soupapes, commandes). La contamination par liquides est ordinairement de l'eau dans l'huile, bien qu'elle puisse aussi être une huile inadéquate dans le système. Cette contamination affecte tous les composants également, mais les contaminants gazeux affectent la pompe plus que tout autre composant. Des bulles d'air et de vapeur d'huile se trouvent en quantités nuisibles seulement quand la pression est basse (dans des conditions de vide), et comme la pompe est chargée d'huile à basse pression, elle est facilement contaminée par l'air et la vapeur provenant de la conduite d'aspiration. Quand la pompe pressurise l'huile, les bulles crèvent si violemment et engendrent une température tellement élevée qu'il en résulte une érosion des parties de la pompe. Les particules métalliques qui se détachent endommagent la pompe avant de pénétrer dans le circuit et causer plus de trouble ailleurs. On peut facilement imaginer la série de troubles qu'entraîne une panne de pompe. L'huile peut être complètement propre et dépourvue d'eau, mais les bulles d'air et de vapeur présentes à l'orifice d'admission de la pompe crèveront

et engendreront une contamination par particules abrasives. Il en résultera une usure accrue des parties glissantes et ceci à son tour favorisera les fuites internes. Les fuites internes engendrent de la chaleur, l'huile devient plus fluide, ses qualités lubrifiantes diminuent et il se produit plus d'usure. Une fois amorcés, ces effets destructeurs ne peuvent être arrêtés tant que la pompe n'est pas réparée ou remplacée, ou que la condition causant une contamination par gaz n'a pas été corrigée. Dans des conditions d'emballement, la commande est convertie en pompe et s'il se produit un vide à l'orifice d'admission, il pourra y avoir panne de la commande (en particulier d'un moteur). Dans les systèmes de treuils de chalut en circuit fermé, la transmission se trouve dans une condition d'emballement quand les funes se déroulent. Le moteur hydraulique devient une pompe et si la pression d'admission baisse trop, l'aération déclenche la série de pannes.

10.2.3 La pompe peut indiquer la cause de la panne Ce ne sont pas toujours des bulles de gaz à l'admission de la pompe qui causent une panne de cette dernière ou de tout autre composant. La cause d'une panne peut être évidente mais, plus souvent, elle ne l'est pas et il y a choix entre plusieurs causes possibles. Si l'on croit qu'une huile contaminée est à l'origine de la panne d'un composant, la pompe portera probablement les marques de contamination. Ces marques différeront selon le type de contamination et, si on les interprète correctement, elles peuvent révéler la cause réelle de la panne. Certains manufacturiers de pompes (dont Tyrone Hydraulics, Corinth, Miss., É.-U.) ont publié des renseignements sur les effets des différents types de contamination sur leurs pompes. Ceci aide souvent le mécanicien à découvrir la cause de la panne. En outre, une bonne inspection d'une pompe ou de tout autre composant défectueux éloigné du site de la panne peut permettre au mécanicien d'en déterminer la cause et le client peut être prévenu de la façon d'éviter de telles pannes. Une inspection de la pompe peut indiquer que la panne du système est due à l'une des causes suivantes :

1) *Contamination par abrasifs* — Si la panne du système est due à des contaminants abrasifs : (a) Assurez-vous que les filtres ne sont pas bouchés ou trop gros, causant une mauvaise filtration. Les filtres à huile devraient être du type 10 microns à passage total. La grosseur nominale du filtre du reniflard ne devrait pas dépasser 40 microns. Assurez-vous que l'air ne peut pénétrer dans le réservoir par un couvercle mal ajusté. (b) Vérifiez les grattoirs de tige de cylindre usés et voyez s'ils contiennent de fines saletés.

2) *Érosion des parties de la pompe* — L'érosion qui se produit à l'intérieur de la pompe (même des parties en acier trempé) est causée par l'aération (bulles d'air) et la cavitation (bulles de vapeur) dans l'huile et ré-

sulte d'un vide prononcé à l'admission de la pompe. Vérifiez les possibilités suivantes : (a) L'orifice d'admission de la pompe est bloqué par un morceau de torchon, de plastique ou autre corps étranger. (b) La crépine d'aspiration est bouchée. (c) La doublure d'un tuyau flexible s'est affaissée sous l'effet du vide, là où la conduite d'aspiration contient des tuyaux flexibles. Seul le tuyau flexible SAE 100R4 convient à des conditions de vide. Un tuyau flexible à haute pression ne convient pas. (d) Le niveau d'huile dans le réservoir n'est pas suffisamment au-dessus de l'extrémité de la conduite d'aspiration de la pompe. (e) Le filtre du reniflard est bloqué. Dans ce cas, l'air ne peut pénétrer dans le réservoir et il s'y formera un vide. (f) Le réservoir n'est pas suffisamment élevé. L'aspiration peut être insuffisante si la pompe doit soulever l'huile plus qu'environ 12 po vers l'orifice d'admission. (g) La conduite d'aspiration n'est pas courte, droite et à diamètre intérieur aussi grand que possible.

Une conduite d'aspiration qui est longue et qui contient des courbures à angle vif peut causer un vide prononcé à l'aspiration de la pompe. Une conduite d'aspiration doit être conçue de façon à permettre à l'huile de pénétrer dans la pompe à la plus haute pression possible (à un vide aussi bas que possible) car, plus le vide est prononcé, plus grandes sont les chances de trouble.

3) *Tableaux-guides de dépannage* — Des tableaux de ce genre (le tableau 1 en est un exemple) décrivent brièvement les divers signes de panne d'un composant et on peut souvent se les procurer auprès des manufacturiers de composants. Un tableau typique illustre les points suivants : (a) Il doit y avoir une raison pour la panne du système. (b) Le composant en panne n'est ordinairement pas la cause de la panne du système — il y a probablement une raison plus fondamentale. (c) Une panne d'un composant est probablement due à des conditions de fonctionnement intolérables dont le composant lui-même n'est pas responsable. (d) La cause la plus commune de panne d'un composant est une huile contaminée. (e) La négligence de la part de ceux qui ont installé ou qui sont chargés de l'entretien du système est une autre cause. (f) La plupart des troubles dans un système ont à leur origine un vide prononcé dans la conduite d'aspiration de la pompe, ce qui permet à l'air ou à la vapeur de pénétrer dans la pompe.

11. CORRECTION DES DÉFAUTS DU SYSTÈME

Une fois que vous aurez découvert la cause fondamentale de la panne du système, corrigez le défaut en suivant les règles contenues dans le fascicule 5 pour l'installation d'une transmission hydraulique. Si un

système est sérieusement contaminé, enlevez toute l'huile et remplacez-la par de l'huile fraîche et propre car toute contamination doit être éliminée. Procédez de la manière suivante dans le nettoyage d'un système à la suite d'une panne.

11.1 Méthode recommandée de nettoyage et d'essai

La méthode décrite ci-dessous est fondée sur les recommandations d'un important manufacturier de pompes et de moteurs :

1) Rétractez complètement toutes les tiges de cylindres. Il est à conseiller de bien supporter la charge et de séparer la tige de la charge avant de rétracter la tige de cylindre.

2) Déchargez avec précaution l'huile des accumulateurs du système.

3) Drainez le réservoir du système et, autant que possible, de la tuyauterie.

4) Nettoyez à fond le réservoir. Si disponible, utilisez un jet à haute pression d'huile diesel, mais en tout temps nettoyez et asséchez le réservoir avec des torchons propres et libres de charpie.

5) Enlevez les éléments du filtre à huile et nettoyez à fond la cuve du filtre.

6) Placez des éléments filtrants neufs du type requis et d'une grosseur nominale de 10 microns.

7) Installez les pompes neuves en suivant les instructions du manufacturier et selon une bonne technique d'installation de composants hydrauliques.

8) Remplissez le réservoir d'une huile fraîche et propre du type recommandé par le fournisseur du système hydraulique (une huile hydraulique reconnue R & O avec additif antiusure).

9) Supportez bien les charges des commandes.

10) Déconnectez les conduites hydrauliques aux orifices de chaque commande et placez les extrémités ouvertes dans un bidon d'huile vide. Drainez l'huile des commandes.

11) Soulagez la soupape de sûreté de la pompe, c'est-à-dire abaissez le point de réglage à une faible pression.

12) Faites fonctionner la pompe avec les soupapes de réglage en position neutre afin de rincer la tuyauterie avec de l'huile fraîche. Ne laissez pas le niveau d'huile descendre plus bas que la marque inférieure de l'indicateur du réservoir. Stoppez la pompe et ajoutez au réservoir la quantité d'huile requise.

13) Maniez soigneusement chaque soupape de réglage de la direction des commandes et purgez les conduites qui desservent ces dernières. Maintenez le niveau d'huile du réservoir au-dessus de la marque inférieure.

14) Raccordez une conduite à l'extrémité de calotte de chaque cylindre hydraulique et laissez les orifices d'extrémité de tige déconnectés.

15) Actionnez avec précaution la soupape de réglage de la direction de façon à sortir complètement chaque

tige de cylindre. On pompe de l'huile propre à l'extrémité de calotte et enlève l'huile sale à l'extrémité de tige.

16) Raccordez les conduites hydrauliques à l'extrémité de tige de chaque cylindre quand la tige est complètement sortie.

17) Raccordez les conduites aux deux orifices de chaque moteur hydraulique.

18) Cyclez les cylindres à écoulement maximal et sans charge pendant environ 1 heure.

19) Faites fonctionner les moteurs hydrauliques à la vitesse maximale et sans charge pendant environ 1 heure (30 min dans chaque direction si le moteur est bidirectionnel).

20) Une fois le rinçage terminé, remplacez les éléments du filtre à huile.

21) Vérifiez le niveau d'huile dans le réservoir et ajoutez, si nécessaire, de l'huile propre afin de maintenir le niveau bien au-dessus de la marque inférieure sur l'indicateur.

22) Remplacez à la pression spécifiée le point de réglage de la soupape de sûreté.

Ce processus est le même que celui du nettoyage effectué lors de l'installation originelle du système et si on l'exécute fidèlement, on pourra s'attendre à un rendement fiable du système. Par ailleurs, si l'on brûle les étapes pour hâter l'opération, il pourra y avoir rapidement du trouble. À moins qu'il ne soit nettoyé à fond, un système réparé peut faire défaut plus tôt que la première fois. Les pompes, soupapes et commandes hydrauliques à haut rendement ne fonctionneront pas longtemps avec de l'huile contaminée.

TABLEAU 1 Guide de dépannage des pompes du type à engrenages.

Symptôme de panne de la pompe	Cause possible de panne de la pompe	Cause possible de panne du système
1 Bande découpée autour des alésages des plaques de pression 2 Rainure en biais sur la face de la plaque de pression 3 Rainure de graissage agrandie et bords arrondis 4 Zone ternie sur l'arbre à la racine des dents 5 Fini mat sur l'arbre dans la région du coussinet 6 Alésage d'engrenage découpé dans le boîtier	1 Usure par abrasion par fines saletés (contaminants invisibles à l'œil nu)	1 Huile sale 2 Période incorrecte de changement de l'élément filtrant 3 Éléments filtrants incorrects 4 Joints des grattoirs de tige de cylindre en mauvais état 5 Tiges de cylindres bosselées ou rayées 6 Système mal rincé après panne antérieure
1 Plaques de pression rayées 2 Arbres rayés 3 Alésage d'engrenage rayé	2 Usure par abrasion par particules métalliques grossières (contaminants visibles à l'œil nu)	1 Système mal rincé après panne antérieure 2 Contaminants produits ailleurs dans le système hydraulique 3 Contaminants produits par usure des composants de la pompe
1 Dommages externes à la pompe 2 Dommages sur l'arrière du pignon de commande et l'arrière de la plaque de pression seulement	3 Mauvaise installation	1 Arbre n'a pas buté contre partic correspondante 2 Interférence entre pompe et machine
1 Boîtier de la pompe corrodé 2 Plaques de pression corrodées	4 Aération-cavitation (écoulement d'huile restreint vers admission de la pompe ou huile aérée)	1 Niveau d'huile incorrect 2 Restriction dans conduite d'admission de la pompe 3 Fuite d'air dans conduite d'admission de la pompe
1 Forte usure sur plaque de pression 2 Forte usure sur extrémité de l'engrenage	5 Manque d'huile	1 Niveau d'huile incorrect 2 Huile retournant au-dessus du niveau d'huile
1 Admission martelée et endommagée 2 Corps étranger dans les dents d'engrenage	6 Dommages causés par objet métallique	1 Objet métallique abandonné dans le système lors de l'assemblage 2 Métal produit par autre panne du système
1 Plaque de pression noire 2 Joints toriques et autres cassants 3 Engrenage et tourillons noirs	7 Chaleur excessive	1 Soupape grippée 2 Soupape de sûreté trop basse

12. CONCLUSION

Le présent fascicule analyse le dépannage sans toutefois décrire tous les types possibles de défauts et de remèdes des systèmes hydrauliques. La première panne d'un système exhibera probablement des symptômes non décrits ici. C'est un guide illustrant ce que le dépanneur doit savoir et la façon de s'attaquer au problème d'une manière logique et constructive. Le dépannage est pour le moins un inconvénient pour celui qui a la charge d'un bateau de pêche; au pire, il

représente une production et des profits réduits. Minimisez le dépannage. L'acheteur devrait insister pour que la transmission hydraulique soit conçue par des gens qui s'y connaissent et qui possèdent de l'expérience (ce qui n'est pas le cas pour tous les fournisseurs d'outillage hydraulique), et insister aussi pour que la transmission soit installée selon les normes et techniques de l'industrie hydraulique. Si l'armateur utilise et entretient son outillage convenablement, il se peut que le dépannage soit superflu.

DATE DUE
DATE DE RETOUR

<i>Aug 31</i>			
AEROQUIP			770: 18 p.
1			se assemblies, Bull. 5075:
13 p.			
1			
1			p.
CATERPILL			obile equipment hydraulic
circuit			
DETROIT C			, Mich. Bull. 6 p.
DOWTY H			gear pumps, Cheltenham,
U.K.			
ENVIRONN			ers, Ind. Dev. Rep. 80 p.
1			ev. Tech. Rep. 79: 9 p.
INDUSTRI			ndbook, Cleveland, Ohio.
500 p			
JAMES R			orld Fish. Mag. May. 3 p.
JOINT INI			nd standards, McLean, Va.
STD			
PARKER I			bility in fluid power lines,
Clev	LOWE-MARTIN No. 1137		
	1973, Fluid power designers nanabook, Cleveland, Ohio. 200 p.		
	1975, Tube fitters manual, Cleveland, Ohio. Bull. 4306-B2: 44 p.		
POLYPAC SEALING SYSTEMS, 1972, Common causes of seal failure, Bull. EE-HB-001-72:			
67 p.			
SHELL OIL COMPANY, 1963, Mineral oils as hydraulic media, London, U.K. 52 p.			
SPERRY VICKERS INCORPORATED, 1970, Industrial hydraulics manual, Publ. 935100A: 200 p.			
1975, Stop leaks, Troy, Mich. Form 75-177: 17 p.			
TEXACO OIL COMPANY, 1970, Operation and care of hydraulic machinery, Montreal, Que.			
95 p.			
TYRONE HYDRAULICS INCORPORATED, Sans date, Diagnosing gear pump failures, Corinth, Miss. 20 p.			
1970, Reservoir design as viewed by a pump manufacturer, Corinth, Miss. SAE Sept. meeting. Milwaukee, Wis. Pap. 700721.			
U.S. BUREAU OF NAVAL PERSONNEL, Sans date, Fluid power, Navpers, Publ. 16193-A: 200 p.			
WOMACK EDUCATIONAL PUBLICATIONS, 1973, Fluid power in plant and field, Dallas, Tex. 176 p.			

RÉFÉRENCES

- AEROQUIP CORPORATION, 1964, Piping fluid power systems. *Bull.* 770: 18 p.
1970, Guide for routing and installation of flexible hose assemblies, *Bull.* 5075: 13 p.
1971, Piping leaks, causes and cures, *Bull.* 5026A: 12 p.
1972, Trouble-shooting hydraulic systems, *Bull.* 5215: 3 p.
- CATERPILLAR TRACTOR COMPANY, 1970, Reservoir design for mobile equipment hydraulic circuits, *SAE Sept. meeting. Milwaukee, Wis. Pap.* 700722.
- DETROIT COIL COMPANY, Sans date, What is a solenoid? Ferndale, Mich. *Bull.* 6 p.
- DOWTY HYDRAULIC UNITS, 1970, *Modern high performance gear pumps*, Cheltenham, U.K. 24 p.
- ENVIRONNEMENT CANADA, 1971, Hydraulics for small trawlers, *Ind. Dev. Rep.* 80 p.
1974, Small trawler hydraulic power system, *Ind. Dev. Tech. Rep.* 79: 9 p.
- INDUSTRIAL PUBLISHING COMPANY, 1974/75, *Fluid power handbook*, Cleveland, Ohio. 500 p.
- JAMES ROBERTSON LIMITED, 1974, Hydraulic installations, *World Fish. Mag.* May. 3 p.
- JOINT INDUSTRIAL COUNCIL (JIC), 1973, Fluid power symbols and standards, McLean, Va. *STD. No.* H-1-1973.
- PARKER HANNIFIN CORPORATION, 1972, How to achieve reliability in fluid power lines, Cleveland, Ohio. *Bull.* FC-1, FC-2.
1973, *Fluid power designers handbook*, Cleveland, Ohio. 200 p.
1975, Tube fitters manual, Cleveland, Ohio. *Bull.* 4306-B2: 44 p.
- POLYPAC SEALING SYSTEMS, 1972, Common causes of seal failure, *Bull.* EE-HB-001-72: 67 p.
- SHELL OIL COMPANY, 1963, *Mineral oils as hydraulic media*, London, U.K. 52 p.
- SPERRY VICKERS INCORPORATED, 1970, Industrial hydraulics manual, *Publ.* 935100A: 200 p.
1975, Stop leaks, Troy, Mich. *Form* 75-177: 17 p.
- TEXACO OIL COMPANY, 1970, *Operation and care of hydraulic machinery*, Montreal, Que. 95 p.
- TYRONE HYDRAULICS INCORPORATED, Sans date, *Diagnosing gear pump failures*, Corinth, Miss. 20 p.
1970, Reservoir design as viewed by a pump manufacturer, Corinth, Miss. *SAE Sept. meeting. Milwaukee, Wis. Pap.* 700721.
- U.S. BUREAU OF NAVAL PERSONNEL, Sans date, Fluid power, Navpers, *Publ.* 16193-A: 200 p.
- WOMACK EDUCATIONAL PUBLICATIONS, 1973, *Fluid power in plant and field*, Dallas, Tex. 176 p.

QL Manuel d'hydraulique à
626 l'intention des pêcheurs
C314
No. 37F
v.6

DATE	ISSUED TO
Aug 31	R. Ridgeway
	2000 CORK

Manuel d'hydraulique à l'intention des pêcheurs

Fascicule 1	1 ^{re} Partie.	Machinerie de pont, générateurs de force motrice et transmissions
	2 ^e Partie.	Principes de transmission hydraulique de l'énergie
Fascicule 2		Composants des transmissions
Fascicule 3		Conditionnement de l'huile
Fascicule 4	1 ^{re} Partie.	Normes et symboles des transmissions hydrauliques
	2 ^e Partie.	Conception des systèmes
Fascicule 5		Installation des systèmes de transmission hydraulique
Fascicule 6		Entretien et dépannage des transmissions hydrauliques



Pêches et Environnement
Canada

Service des pêches
et de la mer

Fisheries and Environment
Canada

Fisheries
and Marine Service